

ROBOFUN.RO  
**LECȚIA XIV**

# **CURS GRATUIT**

**ARDUINO ȘI ROBOTICĂ**

**Analogie electricitate –  
curgerea fluidelor**

**Proiect :**

**Cum să faci o floare să te tragă de  
mâneacă atunci când uiți să o uzi**

Textul si imaginile din acest document sunt licentiate

Attribution-NonCommercial-NoDerivs  
CC BY-NC-ND



Codul sursa din acest document este licentiat

Public-Domain

Esti liber sa distribui acest document prin orice mijloace consideri (email, publicare pe website / blog, printare, sau orice alt mijloc), atat timp cat nu aduci nici un fel de modificari acestuia. Codul sursa din acest document poate fi utilizat in orice fel de scop, de natura comerciala sau nu, fara nici un fel de limitari.

## Analogie electricitate – curgerea fluidelor

Una dintre cele mai simple modalitati de a intelege conceptele de baza ale electricitatii este de a apela la o analogie cu modul de curgere al fluidelor, pe care il intelegem intuitiv din experienta proprie. Astfel, sa ne inchipuim apa curgand printr-un mecanism de tevi, de diverse diametre. Sa ne inchipuim ca avem pompe care imping apa prin tevi, pompe cu puteri diverse. Acum, daca in loc de apa ne inchipuim un flux de electroni, in loc de tevi, fire conductoare si in loc de pompe surse de tensiune (baterii sau alimentatoare), obtinem o analogie care functioneaza aproape perfect pentru a intelege teoria electricitatii.

Astfel, la un moment dat printr-o anumita teava trece o anumita cantitate de apa. La fel, printr-un fir, la un moment dat trece o anumita cantitate de curent. Cat de mult curent trece printr-un fir la un moment data este un element caracterizat de **intensitatea curentului electric**, masurata in **Amperi**.

Daca ne inchipuim un circuit format din mai multe tevi mufate intre ele sub forma unui circuit inchis, este clar ca prin fiecare teava circula exact aceeasi cantitate de apa la un moment dat (apa pleaca din pompa, trece prin fiecare teava, si apoi se intoarce inapoi in pompa, exact cata apa pleaca, exact atata se intoarce). Exact in acelasi mod, intensitatea curentului electric este aceeaasi in oricare punct al unui circuit electric simplu (fara bifurcatii). Altfel spus, **prin oricare punct al unui circuit fara bifurcatii trece aceeaasi cantitate de curent**.

Mai departe, daca ne gandim ca tevile au diametre diferite, dar prin ele circula aceeaasi cantitate de apa, atunci presiunea apei este diferita in fiecare teava, in functie de diametrul acesteia. Echivalentul presiunii apei din tevi, in cazul curentului electric, este **potentialul electric (sau tensiunea)** si se masoara in **Volti**.

Daca ai udat vreodata cu furtunul in gradina, atunci stii ca pentru a creste presiunea apei, tot ce ai de facut este sa strangi furtunul (sa-i micsorezi diametrul). Diametrul tevii (practic, rezistenta pe care o opune teava trecerii apei) este echivalentul in cazul circuitelor electrice cu **rezistenta** elementului electric, si se masoara in **Ohm**. Exista elemente electrice speciale, care se cheama **rezistoare** si care sunt folosite tocmai pentru rezistenta cu care se opun trecerii curentului electric. Daca ne gandim ca in cazul furtunului cu apa, cu cat diametrul furtunului este mai mic (deci rezistenta opusa apei este mai mare) cu atat presiunea apei este mai mare, atunci putem scrie :

$$\text{intensitatea} = \text{tensiunea} / \text{rezistenta}$$

Daca notam fiecare marime cu o singura litera, obtinem :

$$I = U / R$$

care reprezinta legea lui Ohm.

Mai departe, fiecare pompa de lichid este capabila sa impinga lichidul in tevi cu o anumita presiune. In cazul unui surse electrice, echivalenta este **tensiunea electromotoare a sursei** (notata cu **U** sau cu **V**). In plus, o pompa de lichid este capabila sa impinga la un moment dat doar o cantitate finita de apa (adica, daca la pompa nu conectam absolut nimic si lasam apa sa curga liber – adica fara a intampina nici o *rezistenta*), atunci pompa va impinge cea mai mare cantitate de lichid pe secunda. Exact la fel se intampla si in cazul surselor electrice (baterii sau alte surse). O sursa este capabila sa furnizeze un curent de maxim N amperi. Din acest motiv, intotdeauna vom intalni scris pe alimentatoarele electrice "9 V, 1 A" sau "12 V, 4 A". Este important de inteles ca aceasta valoare a curentului notat pe alimentator reprezinta valoarea maxima a curentului pe care acea sursa este capabila sa il furnizeze (atunci cand nu are nici o rezistenta la borne) si NU valoarea curentului pe care il furnizeaza intotdeauna, in orice circuit. In cazul unui pompe care impinge apa in tevi, cantitatea de apa din teava (adica *intensitatea*) este data de diametrul tevii (adica de *rezistenta circuitului*), tot asa si in cazul circuitelor electrice intensitatea curentului electric este stabilita de catre *circuitul electric*, si nu este un parametru al sursei. Sursa limiteaza insa superior aceasta valoare. Din aceasta cauza, nu este nici un fel de problema sa alimentam un motor care functioneaza la 6 Volti si 1 Amper cu o sursa electrica pe care scrie "6V 4A". Acei 4 Amperi notati pe sursa reprezinta valoarea maxima a intensitatii curentului electric pe care acea sursa ii poate furniza. Cuplata insa cu motorul de 1 Amper, prin circuit se va stabili un curent stabilit de motor (care va fi mai mic de 1 Amper atunci cand motorul se invarte liber, si se va apropia de 1 Amper atunci cand blocam rotirea motorului folosind un cleste).

Recapituland, avem pana acum :

- intensitatea curentului electric (notata cu I si masurata in Amperi (A)) = cata apa trece prin tevi
- tensiunea intr-un punct din circuit (notata cu V sau U si masurata in Volti (V) ) = presiunea apei intr-un anumit punct
- rezistenta (notata cu R si masurata in Ohm) = ce rezistenta opune teava trecerii apei (cat de subtire este teava)
- prin orice punct al unui circuit electric simplu (fara bifurcatii) trece acelasi curent I.
- $I = U / R$  (legea lui Ohm) (cantitatea de apa este direct proportionala cu presiunea cu care este impinsa apa si invers proportionala cu rezistenta opusa apei de tevi).



## Divizorul de tensiune

Sa consideram circuitul electric de mai sus, format dintr-o sursa si doua rezistoare inseriate. Curentul stabilit prin circuit este determinat foarte simplu ca fiind  $I = U / (R1 + R2)$  (legea lui Ohm). Mai departe, daca ne concentram doar pe R2, aceeași lege se aplica si pentru ea, luata separat. In plus, am mai stabilit ca in orice punct al unui circuit electric simplu (fara bifurcatii) avem aceeași intensitate a curentului electric. Asadar, putem scrie :  $I = U2 / R2$  (unde U2 este caderea de tensiune la capetele rezistorului R2. Putem astfel determina U2 ca fiind  $U2 = I * R2$ , adica, folosind si prima relatie de mai sus :  $U2 = U * R2 / (R1 + R2)$ . Aceasta relatie, care ne da caderea de tensiune pe rezistorul R2 in functie de R1, R2 si U este foarte utila intr-o multitudine de situatii. Spre exemplu, daca in loc de R1 (care in cazul nostru este fix), avem un senzor care isi modifica rezistenta in functie de un element extern (de exemplu un fotorezistor), atunci masurand cu Arduino caderea de tensiune U2 (pe un pin analogic), indirect, masuram si valoarea lui R1, deci implicit nivelul de iluminare al incaperii.

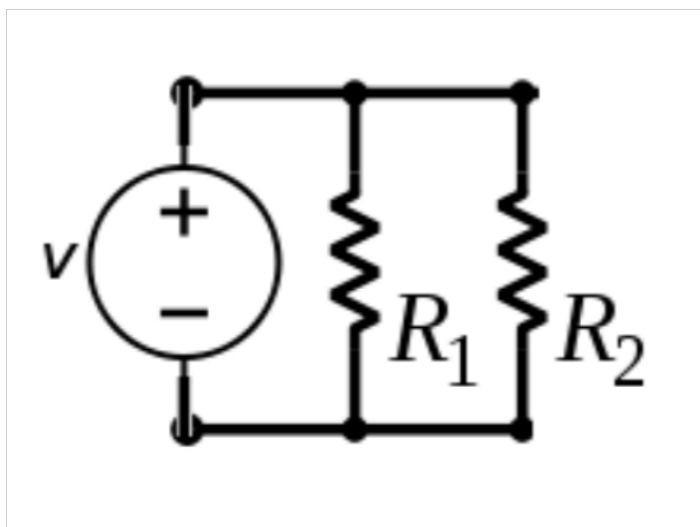
## Circuite electrice cu bifurcatii

Desi nu te vei intalni prea des cu astfel de circuite, este interesant sa ne aruncam o privire si asupra lor. Este vorba despre un circuit care la un moment dat se separa, ca cel de mai jos.

Daca vom apela iarasi la analogia cu furtunul si cu apa, este evident ca volumul de apa care trece prin sectiunea S este egal cu suma volumelor de apa care trec prin sectiunile S1 si S2. Exact la fel, intensitatea curentului electric care trece prin sectiunea S1 este suma intensitatilor curentilor electrici care trec prin sectiunile S1 si S2. Adica :

$$I = I1 + I2$$

care este prima lege a lui Kirchoff.



Sa luam apoi bucla formata din R1 si R2. Nu stiu cat de evident este acest lucru din analogia cu curgerea lichidelor, dar intotdeauna pe o bucla de circuit inchisa suma caderilor de tensiune este zero. Adica :

$$U_1 + U_2 = 0$$

care este a doua lege a lui Kirchoff.

Gata ! Inarmati cu legea lui Ohm si cu cele doua legi ale lui Kirchoff, putem acum determina curenti si tensiuni pe circuite oricat de complicate.

## Condensatorul

Un condensator nu este altceva decat o galeata in care cad electronii. Cand galeata s-a umplut, sarcinile incep sa curga mai departe pe fir. Din acest motiv, vom intalni folositi condensatori peste tot unde avem nevoie de un buffer de curent. Spre exemplu, aproape de alimentarea unui motor de curent continuu. Astfel, atunci cand motorul porneste, are nevoie de o mare cantitate de curent. Posibil chiar mai mare decat poate da sursa. In aceasta situatie, un condensator de valoare mare va stoca acel curent in regimul de functionare normal si il va oferi motorului la pornire. In acest fel, si restul dispozitivelor din circuit vor avea suficient curent ca sa functioneze.

## Semnalul PWM

Semnalul PWM (sau Pulse Width Modulation) este un tip de semnal pe care il vom intalni destul de des cand lucram cu Arduino. Dat fiind ca Arduino scoate porturile lui digitale doar semnal digital (cu doar doua nivele - 5V si 0V), semnalul PWM reprezinta o modalitate de a da in exterior informatie care sa varieze pe mai multe trepte. Astfel, daca modificam raportul intre cat timp sta

semnalul in 5V si cat timp sta semnalul in 0V, obtinem un semnal a carui putere se modifica in trepte. Acest raport il vom numi in cele ce urmeaza "factor de umplere" al semnalului PWM.

Arduino poate genera un semnal de tip PWM doar pe o parte din porturile digitale. Astfel, pentru Arduino UNO, porturile capabile de semnal PWM sunt : 3, 5, 6, 9, 10 si 11 iar pentru Arduino Mega porturile capabile de semnal PWM sunt de la pinul 2 (inclusiv) pana la pinul 13, si de la pinul 44 la pinul 46 .

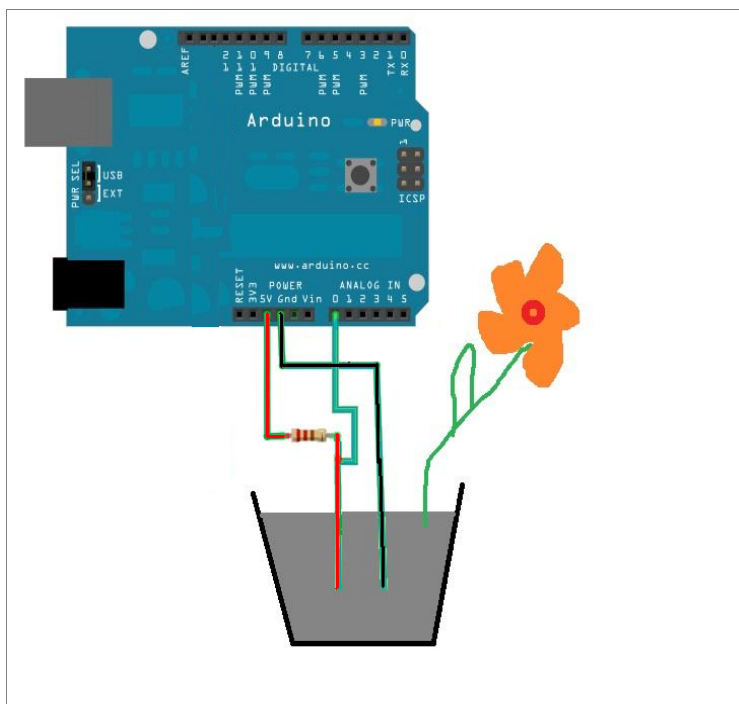


Una dintre cele mai comune aplicatii ale semnalului PWM este controlul motoarelor de curent continuu. Un motor de curent continuu caruia i s-a aplicat un semnal PWM cu factor de umplere 100% va functiona la viteza maxima. Daca factorul de umplere scade la 50%, si viteza motorului se va modifica in consecinta (tinand cont ca doar o jumatate din timp mai este actionat practic, cealalta jumatate din timp invartindu-se din inertie).

## Cum sa faci o floare sa te traga de maneca atunci cand uiti sa o uzi

Cu un Arduino, destul de simplu. Iti mai trebuie doar un senzor de umiditate "home-made" format din doua fire introduse in ghiveci, si un dispozitiv care sa alerteze (un led - care sa se aprinda atunci cand planta vrea apa, un shield Ethernet - care sa te contacteze pe Twitter sau sa-ti dea email atunci cand este cazul, sau chiar un shield GSM care sa iti dea SMS sau apel de voce pe telefon).

Schema de principiu este cea de mai jos.



În ghiveci avem cei doi electrozi metalici. Pot fi din orice metal, dar pentru a nu oxida, cel mai bine este să fie din inox. Dacă este dificil să găsiți sarmă sau electrozi din inox, sunt la fel de bune și două cozi de furculiță din inox. Acestea se infig la o distanță de circa 1 cm între ele (nu este foarte importantă distanța, important este să NU se atingă și să nu fie foarte departate - gen unul într-o margine de ghiveci și celălalt în cealaltă margine).

Următorul pas este să stabilim valoarea rezistorului asociat celor doi



electrozi infipti in pamant. Pentru aceasta, avem nevoie de un ohmetru, aparat de masura pentru rezistenta. Cei doi electrozi infipti in sol (sau cozi de furculita din inox), impreuna cu pamantul dintre ei, formeaza un rezistor a carui valoare depinde de cat de umed este pamantul. Cu cat mai umed este pamantul, cu atat avem o rezistenta mai mica asociata sistemului. Folosind ohmetrul, masoara valoarea rezistentei electrice intre cei doi electrozi. Porneste cu scala aparatului in zona de megaohmi, si modifica scala pana cand obtii o valoare. Valoarea depinde de tipul pamantului din ghiveci, de cat de departe ai infipt electrozii, si de cat de ud este pamantul cand faci masuratoarea. Dupa ce ai obtinut o valoare, alege o valoare similara si pentru rezistorul conectat in sistem.

Mai departe, assembleaza sistemul conform schemei de mai sus. Ceea ce obtii este de fapt un banal divizor de tensiune. Unul dintre rezistori este fizic, montat in schema, iar cel de-al doilea este constituit de cei doi electrozi impreuna cu pamantul dintre ei din ghiveci. Atunci cand valoarea rezistorului format de cei doi electrozi se modifica (pentru ca pamantul se usuca sau devine mai ud), atunci si valoarea citita de Arduino se modifica.

De aici incolo, tot ce ai de facut este sa testezi iar si iar, pentru a obtine exact valorile corespunzatoare pentru a genera alarme. Incepe cu pamant perfect uscat, si noteaza valoarea citita de Arduino pe portul analogic 0. Poti vedea aceasta valoare in debug, folosind un program simplu ca cel de mai jos.

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
    int v = analogRead(0);  
    Serial.println(v);  
}
```

Adauga apoi apa, foarte putina, si asteapta sa se raspandeasca uniform in intreg ghiveciul. Astfel vei obtine mai multe valori, fiecare valoare pentru anumit nivel de umiditate din ghiveci. Mai departe, tot ce ai de facut este sa iti alegi ce tip de alarma iti doresti. Poti alege un simplu led, un shield WIFI, un shield Ethernet, sau un shield GSM.

Cel mai simplu este sa folosesti un led brick, conectat la unul dintre porturile digitale (sa spunem portul digital 12). Pinul IN il conectezi la pinul digital 12, iar pinul GND la pinul GND al Arduino.

```
#define LED_PIN 12
#define ALARM 300

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}

void loop() {
  int v = analogRead(0);
  if (v < ALARM) {
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
  }
  delay(5000);
  Serial.println(v);
}
```

Ca sa stabilesti o valoare pentru constanta ALARM cat mai aproape de realitate, poti chiar sa lasi sistemul pornit mai multe zile, si ori de cate ori constati ca planta are nevoie de apa sa te conectezi mai intai cu laptop-ul la Arduino si sa citesti valoarea citita de Arduino, inainte de a pune apa si dupa ce ai pus apa.

---

**Aceasta a fost lectia 14. In final, as vrea sa te rog sa ne oferi feedback asupra acestei lectii, pentru a ne permite sa le facem mai bune pe urmatoarele.**

**Este vorba despre un sondaj cu 4 intrebari (oricare este optionala), pe**

care il poti accesa [dand click aici](#).

Sau ne poti contacta direct prin email la [contact@robofun.ro](mailto:contact@robofun.ro) .

Iti multumim,

Echipa [Robofun.RO](#)